

PATENT COOPERATION TREATY

PCT



NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

FUKAMI, Hisao
Sumitomo Bank Minamimori-machi
Building
1-29, Minamimori-machi 2-chome
Kita-ku
Osaka-shi
Osaka 530-0054
JAPON

Date of mailing (day/month/year)

06 December 2001 (06.12.01)

Applicant's or agent's file reference

900113

IMPORTANT NOTICE

International application No.

PCT/JP00/03528

International filing date (day/month/year)

01 June 2000 (01.06.00)

Priority date (day/month/year)

Applicant

MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA et al

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this notice:

US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

CN,EP,JP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on
06 December 2001 (06.12.01) under No. WO 01/93368

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination (at present, all PCT Contracting States are bound by Chapter II).

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and the PCT Applicant's Guide, Volume II.

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

J. Zahra

Telephone No. (41-22) 338.91.11

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03528

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01Q 1/24, H01Q 1/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01Q 1/24, H01Q 1/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11-274828 A (Tokin Corporation, FEC K.K.), 08 October, 1999 (08.10.99), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-5, 8,9 6,7
X	Toroku Jitsuyo Shinan Koho 3048535 (Tanishita Kogyo K.K.) 15 May, 1998 (15.05.98) Full text; Figs. 1-4 (Family: none)	1-5, 8
Y	JP 10-173422 A (Casio Computer Co., Ltd.), 26 June, 1998 (26.06.98), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	6,7
A	JP 11-205037 A (Kokusai Electric Co., Ltd.), 30 July, 1999 (30.07.99), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-9

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 September, 2000 (11.09.00)Date of mailing of the international search report
26 September, 2000 (26.09.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

E P

U S

特許協力条約

P C T

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
(P C T 18条、P C T 規則43、44)

出願人又は代理人 の書類記号 900113	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(P C T / I S A / 2 2 0) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 P C T / J P 0 0 / 0 3 5 2 8	国際出願日 (日、月、年) 01. 06. 00	優先日 (日、月、年)
出願人(氏名又は名称) 三菱電機株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(P C T 18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。
 この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。
 この国際出願に含まれる書面による配列表
 この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表
 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。
 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は 出願人が提出したものを承認する。

次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は 出願人が提出したものを承認する。

第III欄に示されているように、法施行規則第47条(P C T 規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、
第 1 図とする。 出願人が示したとおりである。

なし

出願人は図を示さなかった。

本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. C17 H01Q 1/24, H01Q 1/36

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. C17 H01Q 1/24, H01Q 1/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 11-274828, A (株式会社トーキン, 株式会社エフ ・イー・シー) 8. 10月. 1999 (08. 10. 99) 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	1-5, 8, 9
Y	日本国登録実用新案第3048535号公報 (谷下工業株式会社) 15. 5月. 1998 (15. 05. 98) 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	6, 7
X	日本国登録実用新案第3048535号公報 (谷下工業株式会社) 15. 5月. 1998 (15. 05. 98) 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-5, 8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 09. 00

国際調査報告の発送日

26.09.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

赤穂 隆雄

印 5T 7926

電話番号 03-3581-1101 内線 6515

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C (続き) 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y	JP, 10-173422, A (カシオ計算機株式会社) 26日. 6月. 1998 (26. 06. 98) 全文, 第1-8図 (ファミリーなし)	6, 7
A	JP, 11-205037, A (国際電気株式会社) 30. 7月. 1999 (30. 07. 99) 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	1-9

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年12月6日 (06.12.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/93368 A1

(51) 国際特許分類⁷:

H01Q 1/24, 1/36

(21) 国際出願番号:

PCT/JP00/03528

(22) 国際出願日: 2000年6月1日 (01.06.2000)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 東海林英明 (SHOJI, Hideaki) [JP/JP]. 今西康人 (IMANISHI, Yasuhito) [JP/JP]. 深沢 徹 (FUKASAWA, Toru) [JP/JP]. 大嶺裕幸 (OHMINE, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 深見久郎, 外 (FUKAMI, Hisao et al.); 〒530-0054 大阪府大阪市北区南森町2丁目1番29号 住友銀行南森町ビル Osaka (JP).

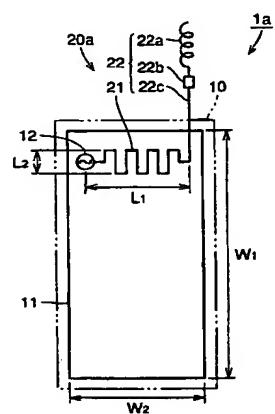
(81) 指定国(国内): CN, JP, US.

(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

/続葉有/

(54) Title: ANTENNA ELEMENT AND PORTABLE INFORMATION TERMINAL

(54) 発明の名称: アンテナ素子および携帯情報端末



(57) Abstract: A cellular phone (1a) comprises a body case (10) and an antenna element (20a). The antenna element (20a) includes a meandering antenna (21) as a first antenna part arranged in the body case (10) and extending in one direction, and a second antenna part (22) having an electrical length of approximately $(?/2)*A$ (A is an integer) and coupled to the meandering antenna (21) so that it can extend from the body case (10) perpendicularly to the direction that the meandering antenna (21) extends.

(57) 要約:

携帯電話機 (1a) は、本体ケース (10) と、アンテナ素子 (20a) とを備える。アンテナ素子 (20a) は、本体ケース (10) 内部に配置され、一方に延びるように形成された第1のアンテナ部分としてのメアンダーラインアンテナ (21) と、電気長がほぼ $(\lambda/2) \times A$ (Aは整数) であり、メアンダーラインアンテナ (21) に結合し、メアンダーラインアンテナ (21) の延びる方向とほぼ直交するように延び、本体ケース (10) から突出可能に配置された第2のアンテナ部分 (22) とを含む。

WO 01/93368 A1



添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

アンテナ素子および携帯情報端末

技術分野

この発明は、アンテナ素子および携帯情報端末に関し、特に、携帯電話機に用
5 いられるアンテナ素子およびそのアンテナ素子を用いた携帯電話機に関するもの
である。

従来の技術

従来、携帯電話機の送受信用のアンテナ素子としては、筐体の長手方向に延び
10 るように取付けられたモノポールアンテナおよびヘリカルアンテナなどが知られ
ている。

これらのアンテナ素子のインピーダンスは、携帯電話機内部の無線送受信部の
インピーダンスと異なるため、インピーダンスを整合させる必要がある。従来の
15 携帯電話機では、無線送受信部とアンテナ素子との間には、インピーダンスを整
合させるための整合回路が設けられている。

この整合回路は、コイルおよびコンデンサなどの集中定数素子により構成され
る。そのため、無線送受信部から整合回路を介してアンテナ素子へ電気信号が伝
達される場合に、整合回路中のコイルおよびキャパシタでロスが発生し、電気信
号の伝達効率が低下するという問題があった。

20 さらに、携帯電話機等の電気通信では、情報を伝達する電波として、垂直偏波
が用いられる。これは、垂直偏波では電波回折効果が大きいため、電波が建物の
裏側へ回り込んでその建物の陰となった部分でも電波を送受信することができる
ためである。

25 このように主偏波として垂直偏波を送受信するために、携帯電話機のアンテナ
素子は通話時にほぼ鉛直方向に延びるように設計されているが、平均として端末
を天頂角 60° 傾けて使用されるということが知られている。そのため、実通話
においては、主偏波が逆転し水平偏波になることが問題である。

上述のように、鉛直方向にのみ延びるアンテナ素子では、実通話時において垂
直偏波の送受信が困難である。特に、電気長が $\lambda/2$ の整数倍のアンテナ素子を

用いると、実通話において垂直偏波の送受信が困難である。そのため、従来のアンテナ素子では、実通話時において垂直偏波の送受信が困難であるため通話時の利得が低いという問題があった。

そこで、この発明は、上述のような問題点を解決するためになされたものである。

この発明の1つの目的は、電気信号の損失が少なく効率の高いアンテナ素子および携帯情報端末を提供することである。

この発明の別の目的は、通話時の利得の高いアンテナ素子および携帯情報端末を提供することである。

10

発明の開示

この発明に従ったアンテナ素子は、一方向に延びるように形成された第1のアンテナ部分と、電気長がほぼ $(\lambda/2) \times A$ (Aは整数) であり、第1のアンテナ部分に結合し、第1のアンテナ部分の延びる方向とほぼ直交するように延びる第2のアンテナ部分とを備える。

このように構成されたアンテナ素子では、まず、第1のアンテナ部分が従来の整合回路の役割を果たす。この第1のアンテナ部分は、集中定数素子を用いることなく構成することができるため、この部分でロスが発生することがなく損失を低減し、アンテナ効率を向上させることができる。また、第2のアンテナ部分は、第1のアンテナ部分の延びる方向とほぼ直交するように延びる。そのため、第1のアンテナ部分および第2のアンテナ部分のいずれか一方が垂直偏波を送受信し、他方が水平偏波を送受信することができる。そのため、アンテナ素子をどのような方向に配置しても垂直偏波および水平偏波を送受信することができ、通話時の利得が向上したアンテナ素子となる。

また好ましくは、第1のアンテナ部分は電気長がほぼ $(\lambda/4) + (\lambda/2) \times B$ (Bは整数) である。この場合、第1のアンテナ部分は、いわゆる $\lambda/4$ アンテナとなりの第1のアンテナ部分で確実に垂直または水平偏波を送受信することができる。

また好ましくは、第1のアンテナ部分は板状アンテナ、モノポールアンテナ、

ヘリカルアンテナ、メアンダライシアンテナおよびジグザグアンテナからなる群より選ばれた少なくとも1種を含む。

また好ましくは、第2のアンテナ部分は線状アンテナを含む。

また好ましくは、線状アンテナは、モノポールアンテナおよびヘリカルアンテナからなる群より選ばれた少なくとも1種を含む。

さらに好ましくは、アンテナ素子は、表面が導電性を有する基板をさらに備える。基板の表面上に誘電体を介在させて第1のアンテナ部分は設けられている。基板から延在するように第2のアンテナ部分は設けられている。

この場合、第1のアンテナ部分は、誘電体を介在させて基板上に設けられるため、第1のアンテナ部分を進行する電磁波の波長を短くすることができる。その結果、第1のアンテナ部分の長さを短くでき、アンテナ素子を小型化することができる。第2のアンテナ部分は基板から延在するように設けられているため、第2のアンテナ部分が基板の影響を受けることなく確実に電波を送受信することができる。

また好ましくは、給電点に順に第1のアンテナ部分および第2のアンテナ部分が取付けられる。

この発明に従った携帯情報端末は本体ケースとアンテナ素子とを備える。アンテナ素子は、本体ケースの内部に配置され、一方向に延びるように形成された第1のアンテナ部分と、電気長がほぼ $(\lambda/2) \times A$ (Aは整数) であり、第1のアンテナ部分に結合し、第1のアンテナ部分の延びる方向とほぼ直交するように延び、本体ケースから突出可能に配置された第2のアンテナ部分とを含む。

このように構成された携帯情報端末では、まず、第1のアンテナ部分が第2のアンテナ部分と無線送受信部とのインピーダンスを整合させる働きをする。この第1のアンテナ部分は集中定数素子を用いることなく構成することができるため、この部分での損失を防止することができる。さらに、第2のアンテナ部分は、第1のアンテナ部分とほぼ直交する方向に延びる。そのため、携帯電話機の姿勢によらず、第1のアンテナ部分および第2のアンテナ部分のいずれか一方が垂直偏波を送受信し、他方が水平偏波を送受信する。その結果、通話時の利得の高い携帯情報端末となる。

さらに好ましくは、第2のアンテナ部分は、電気長がほぼ $(\lambda/2) \times C$ (C は整数) である第3のアンテナ部分と、第3のアンテナ部分に結合し、電気長がほぼ $(\lambda/2) \times D$ (D は整数) である第4のアンテナ部分とを含む。アンテナ素子を本体ケースから引出したときは、第3および第4のアンテナ部分が本体ケースから突出し、アンテナ素子を本体ケースに収納したときは、本体ケースから第3のアンテナ部分が突出し、第4のアンテナ部分が本体ケースに収納される。

5 このように構成された携帯情報端末では、アンテナ素子が引出された際には、電気長がほぼ $(\lambda/2) \times C$ の第3のアンテナ部分と、電気長がほぼ $(\lambda/2) \times D$ である第4のアンテナ部分が本体ケースから突出するため突出するアンテナの電気長は $\lambda/2$ の整数倍となる。そのため、このアンテナにより確実に電波を10 送受信することができる。また、収納時においても、電気長がほぼ $(\lambda/2) \times C$ の第3のアンテナ部分が本体ケースから突出しているため、このアンテナにより電波を確実に送受信することができる。

15 図面の簡単な説明

図1は、この発明の実施の形態1に従った携帯電話機において、アンテナを引出した状態を示す図である。

図2は、この発明の実施の形態1に従った携帯電話機において、アンテナを収納した状態を示す図である。

20 図3は、この発明の実施の形態2に従った携帯電話機を示す図である。

図4は、この発明の実施の形態3に従った携帯電話機を示す図である。

図5は、この発明の実施の形態4に従った携帯電話機を示す図である。

図6は、この発明の実施の形態5に従った携帯電話機を示す図である。

図7は、この発明の実施の形態6に従った携帯電話機を示す図である。

25 図8は、この発明の実施の形態7に従った携帯電話機を示す図である。

図9は、この発明の実施の形態8に従った携帯電話機を示す図である。

図10は、図9中の矢印Xで示す方向から見た携帯電話機の図である。

図11は、本発明のアンテナ素子の特性を説明するために示すスミスチャートである。

図12は、本発明のアンテナ素子における周波数とVSWR (Voltage Standing Wave Ratio) との関係を示すグラフである。

図13は、従来の携帯電話機を示す図である。

図14は、従来のアンテナ素子の特性を説明するために示すスミスチャートである。

図15は、従来のアンテナ素子における周波数とVSWRとの関係を示すグラフである。

図16は、この発明に従った携帯電話機とX、YおよびZ軸との関係を説明するために示す携帯電話機の平面図である。

図17は、図16中の矢印XVIIで示す方向から見た携帯電話機の側面図である。

図18は、X-Z面での放射パターンを測定する工程を示す図である。

図19は、X-Z面での放射パターンを測定する工程を示す図である。

図20は、X-Z面での放射パターンを測定する工程を示す図である。

図21は、本発明品についてのX-Z面での放射パターンを示すグラフである。

図22は、本発明品のZ軸を鉛直方向に対して60°傾けて配置した状態での放射パターンを示すグラフである。

図23は、従来の携帯電話機についてのX-Z面での放射パターンを示すグラフである。

図24は、従来の携帯電話機のZ軸を鉛直方向に対して60°傾けて配置した状態での放射パターンを示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

(実施の形態1)

図1は、この発明の実施の形態1に従った携帯電話機において、アンテナを引出した状態を示す図である。図1を参照して、携帯電話機1aは、本体ケース10と、アンテナ素子20aとを有する。アンテナ素子20aは、一方向に伸びるように形成された第1のアンテナ部分としてのメアンダーラインアンテナ21と、

電気長がほぼ $(\lambda/2) \times A$ (Aは整数) であり、メアンドラインアンテナ 21 に結合し、メアンドラインアンテナ 21 の延びる方向とほぼ直交するように延びる第2のアンテナ部分 22 と、メアンドラインアンテナ 21 および第2のアンテナ部分 22 を支持する基板としての金属基板 11 とを有する。

5 金属基板 11 は、所定の絶縁基板の上に、銅などのように導電性の高い金属を堆積して形成されている。なお、絶縁基板の上に形成される金属は、銅と同程度の導電性を有するものに置き換てもよい。金属基板 11 は長手方向に延び、ほぼ矩形状である。金属基板 11 の長い辺に沿って延びるように第2のアンテナ部分 22 が設けられ、金属基板 11 の短い辺に沿って延びるようにメアンドラインアンテナ 21 が設けられる。金属基板 11 は携帯電話機の本体ケース 10 内に収納されている。

金属基板 11 は薄板状であり、表面には、図示しない無線送受信部が設けられている。この無線送受信部は給電点 12 を介してメアンドラインアンテナ 21 に接続されている。

15 第1のアンテナ部分としてのメアンドラインアンテナ 21 は、金属基板 11 の短辺方向、すなわち、図 1 中の左側から右側へ延びる方向に設けられる。メアンドラインアンテナ 21 と金属基板 11 の表面との間には空気層が設けられている。メアンドラインアンテナ 21 を保持するために、メアンドラインアンテナ 21 と金属基板 11 との間に固体の誘電体が設けられてもよい。メアンドラインアンテナ 21 の一方端に給電点 12 が接続され、他方端に第2のアンテナ部分 22 が接続される。メアンドラインアンテナ 21 の電気長は $\lambda/4$ である。メアンドラインアンテナ 21 の電気長を $(\lambda/4) + (\lambda/2) \times B$ (Bは整数) とすることも可能である。

25 メアンドラインアンテナ 21 に接続されるように第2のアンテナ部分 22 が設けられる。第2のアンテナ部分 22 は、ヘリカルアンテナ 22a、絶縁体 22b およびモノポールアンテナ 22c により構成される。ヘリカルアンテナ 22a およびモノポールアンテナ 22c は線状アンテナであり、その間に絶縁体 22b が介在している。絶縁体 22b は、たとえば ABS (アルキルベンゼンスルホン酸) 樹脂により構成される。ヘリカルアンテナ 22a が第3のアンテナを構成し、

その電気長は $\lambda/2$ である。なお、ヘリカルアンテナ22aの電気長を $\lambda/2 \times C$ （Cは整数）とすることが可能である。また、モノポールアンテナ22cが第4のアンテナ部分を構成し、その電気長は $\lambda/2$ である。モノポールアンテナ22cの電気長（ $\lambda/2$ ） $\times D$ （Dは整数）とすることが可能である。

5 図1に示すアンテナを引出した状態では、ヘリカルアンテナ22aおよびモノポールアンテナ22cは本体ケース10から突出する。メアンダラインアンテナ21は本体ケース10内に収納されている。

メアンダラインアンテナ21と第2のアンテナ部分22とはほぼ直交するよう10に延び、それらはL型のアンテナを構成している。メアンダラインアンテナ21は、第2のアンテナ部分22と、給電点12に接続される図示しない無線送受信部とのインピーダンスを整合させる働きをする。人が携帯電話機を耳に当てた状態では、第2のアンテナ部分22が延びる方向はほぼ鉛直方向であり、第1のアンテナ部分が延びる方向はほぼ水平方向である。

15 図2は、この発明の実施の形態1に従った携帯電話機において、アンテナを収納した状態を示す図である。図2を参照して、アンテナを収納した場合には、モノポールアンテナ22cおよび絶縁体22bは本体ケース10内に収納される。これに対して、ヘリカルアンテナ22aは本体ケース10から突出するように構成される。このとき、ヘリカルアンテナ22aがいわゆる $\lambda/2$ アンテナとして作用する。

20 このように構成された携帯電話機1aおよびアンテナ素子20aでは、まず、集中定数素子から構成される整合回路の必要はない。その結果、集中定数素子内でのロスの発生を防止することができ、効率の高い携帯電話機およびアンテナ素子を提供することができる。

さらに、第2のアンテナ部分22は、メアンダラインアンテナ21に対して直25交する方向に延びる。そのため、第2のアンテナ部分22が鉛直方向に延びるよう携帯電話機1aが保持されると、第2のアンテナ部分22が垂直偏波を送受信し、メアンダラインアンテナ21が水平偏波を送受信する。これに対して、第2のアンテナ部分22が水平方向に延びるよう携帯電話機1aが保持されると、第2のアンテナ部分22が水平偏波を送受信し、メアンダラインアンテナ21が

垂直偏波を送受信する。このように、携帯電話機 1 a の姿勢にかかわらず、垂直偏波および水平偏波を送受信することができるため、通話時の利得の向上を図ることができる。

さらに、図 1 および図 2 で示すように、アンテナを引出したときにも、また、アンテナを収納したときにも、電気長が $\lambda/2$ のアンテナが突出する。そのため、アンテナ引出時およびアンテナ収納時のいずれにおいてもこのアンテナにより電波を送受信することができる。

(実施の形態 2)

図 3 は、この発明の実施の形態 2 に従った携帯電話機を示す図である。図 3 を参照して、実施の形態 2 に従った携帯電話機 1 b は、アンテナ素子 20 b を有する。アンテナ素子 20 b においては、第 1 のアンテナ部分がヘリカルアンテナ 23 により構成されている点で、図 1 および図 2 で示すアンテナ素子 20 a と異なる。ヘリカルアンテナ 23 の電気長はほぼ $(\lambda/4) + (\lambda/2) \times B$ (B は整数) である。

このように構成された携帯電話機 1 b およびアンテナ素子 20 b では、まず、実施の形態 1 に従った図 1 および図 2 で示す携帯電話機 1 a およびアンテナ素子 20 a と同様の効果がある。さらに、第 1 のアンテナ部分としてヘリカルアンテナ 23 を用いることにより、第 1 のアンテナの物理的な長さを小さくすることができるため、携帯電話機 1 b を小型化することができる。

(実施の形態 3)

図 4 は、この発明の実施の形態 3 に従った携帯電話機を示す図である。図 4 を参照して、この発明の実施の形態 3 に従った携帯電話機 1 c は、アンテナ素子 20 c を有する。アンテナ素子 20 c では、第 1 のアンテナ部分がジグザグアンテナ 24 により構成されている点で図 1 および図 2 で示すアンテナ素子 20 a と異なる。ジグザクアンテナ 24 の電気長はほぼ $(\lambda/4) + (\lambda/2) \times B$ (B は整数) である。

このように構成された携帯電話機 1 c およびアンテナ素子 20 c では、まず、実施の形態 1 で示した携帯電話機 1 a およびアンテナ素子 20 a と同様の効果がある。

(実施の形態 4)

図5は、この発明の実施の形態4に従った携帯電話機を示す図である。図5を参考して、この発明の実施の形態4に従った携帯電話機1dは、アンテナ素子20dを有する。アンテナ素子20dでは、第1のアンテナ部分が板状アンテナ25により構成されている点で、図1および2で示すアンテナ素子20aと異なる。板状アンテナ25aは、短辺および長辺を有し、短辺は第2のアンテナ部分22に沿って延びるように形成される。長辺は、第2のアンテナ部分22とほぼ直交する方向に延びるように形成される。板状アンテナ25の電気長はほぼ $(\lambda/4) + (\lambda/2) \times B$ (Bは整数) である。

10 このように構成された携帯電話機1dおよびアンテナ素子20dでは、まず、図1および図2で示す携帯電話機1aおよびアンテナ素子20aと同様の効果がある。さらに、第1のアンテナ部分として板状アンテナ25を用いることにより、第1のアンテナ部分内での電流の流れを分散することができる。そのため、第1アンテナの利得の劣化を防止することができる。

15 (実施の形態 5)

図6は、この発明の実施の形態5に従った携帯電話機を示す図である。図6を参考して、この発明の実施の形態5に従った携帯電話機1eは、アンテナ素子20eを有する。アンテナ素子20eは、第1のアンテナ部分26を有する。第1のアンテナ部分26が、メアンダラインアンテナ26aと板状アンテナ26bにより構成される点で、図1および図2で示すアンテナ素子20aと異なる。第1のアンテナ部分26の両端にメアンダラインアンテナ26aが配置され、ほぼ中央部に板状アンテナ26bが配置される。第1のアンテナ部分26の電気長はほぼ $(\lambda/4) + (\lambda/2) \times B$ (Bは整数) である。

20 このように構成された携帯電話機1eおよびアンテナ素子20eでは、まず、実施の形態1に示した図1および2で示した携帯電話機1aおよびアンテナ素子20aと同様の効果がある。さらに、第1のアンテナ部分26において、電流分布が最大となる第1のアンテナ部分26の中央に板状アンテナ26bを配置することにより、第1のアンテナ部分26上に指が位置した場合での利得の劣化をさらに低減することができる。

(実施の形態 6)

図 7 は、この発明の実施の形態 6 に従った携帯電話機を示す図である。図 7 を参照して、この発明の実施の形態 6 に従った携帯電話機 1 a は、アンテナ素子 20 f を有する。アンテナ素子 20 f の第 1 のアンテナ部分としてのメアンダーラインアンテナ 21 は、誘電体 31 上に配置される。誘電体 31 は、誘電正接 (ϵ_r) が小さく、高い比誘電率を有するもの、たとえば、セラミックス系材料 (比誘電率 $\approx 7 \sim 100$)、テフロン (比誘電率 ≈ 2.1)、ベクトラ等の樹脂系材料 (比誘電率 ≈ 3.3) により構成される。誘電体 31 上を這うようにメアンダーラインアンテナ 21 が設けられるが、誘電体 31 内にメアンダーラインアンテナ 21 が埋込まれてもよい。また、誘電体 31 上に図 3 で示すヘリカルアンテナ 23、図 4 で示すジグザグアンテナ 24、図 5 で示す板状アンテナ 25、図 6 で示すメアンダーラインアンテナ 26 a と板状アンテナ 26 b が結合した第 1 のアンテナ部分 26 を配置してもよい。

このように構成された携帯電話機 1 a およびアンテナ素子 20 f では、まず図 1 および 2 で示した携帯電話機 1 a およびアンテナ素子 20 f と同様の効果がある。さらに、高い比誘電率を有する誘電体 31 上にメアンダーラインアンテナ 21 が載置されるため、メアンダーラインアンテナ 21 を進行する電波の波長を短くすることができる。その結果、メアンダーラインアンテナ 21 のサイズを小さくすることができ、金属基板 11、ひいては携帯電話機 1 f を構成する本体ケース 10 のサイズを小さくすることができる。

(実施の形態 7)

図 8 は、この発明の実施の形態 7 に従った携帯電話機を示す図である。図 8 を参照して、この発明の実施の形態 7 に従った携帯電話機 1 g は、アンテナ素子 20 g を有する。アンテナ素子 20 g において、第 1 のアンテナ部分としてのヘリカルアンテナ 23 内に誘電体 31 が配置される。誘電体 31 は、コイルを構成しているヘリカルアンテナ 23 の中央に芯状に配置される。誘電体 31 は、ヘリカルアンテナ 23 の延びる方向に沿って延びる。誘電体 31 を構成する材料として、図 7 で示す誘電体 31 を構成する材料と同様のものを用いることができる。

このように構成された携帯電話機 1 g およびアンテナ素子 20 g でも、図 7 で

示した携帯電話機 1 f およびアンテナ素子 20 f と同様の効果がある。

(実施の形態 8)

図 9 は、この発明の実施の形態 8 に従った携帯電話機を示す図である。図 10 は、図 9 中の矢印 X で示す方向から見た携帯電話機の図である。図 9 を参照して、携帯電話機 1 h は、アンテナ素子 20 h を有する。アンテナ素子 20 h は、第 1 のアンテナ部分としてのメアンダラインアンテナ 21 を有する。このメアンダラインアンテナ 21 は、給電点 12 付近では、金属基板 11 の表面付近に位置するが、給電点 12 から遠ざかるに従って、金属基板 11 から遠ざかる方向に延びる。すなわち、金属基板 11 とメアンダラインアンテナ 21 との距離は、給電点 12 付近で相対的に小さく、メアンダラインアンテナ 21 がモノポールアンテナ 22 c と接続する部分で相対的に大きい。そのため、メアンダラインアンテナ 21 は金属基板 11 から遠ざかる方向に延びるように形成されている。

図 10 を参照して、金属基板 11 の表面には給電点 12 が設けられている。給電点 12 に接続されるようにメアンダラインアンテナ 21 が設けられている。メアンダラインアンテナ 21 の一方端は給電点 12 に接続され、他方端はモノポールアンテナ 22 c に接続される。メアンダラインアンテナ 21 は、金属基板 11 の表面から遠ざかる方向に延びる。メアンダラインアンテナ 21 の端部に設けられたモノポールアンテナ 22 c は、メアンダラインアンテナ 21 と垂直に延びるように形成されている。モノポールアンテナ 22 c と金属基板 11 との距離は、図 1 および 2 で示すモノポールアンテナ 22 c と金属基板 11 との距離よりも大きい。すなわち、この実施の形態 8 に従ったアンテナ素子 20 h では、金属基板 11 と第 2 のアンテナ部分 22 との距離が相対的に大きくなっている。

このように構成された携帯電話機 1 h およびアンテナ素子 20 h では、また、図 1 および図 2 で示した携帯電話機 1 a およびアンテナ素子 20 h と同様の効果がある。さらに、メアンダラインアンテナ 21 が立体的に折り曲げられていることによって、携帯電話機 1 h がどのような姿勢となっても利得を高めることができるという効果がある。

以下、この発明の具体的な実施例について説明する。

まず、図 1 で示すような、この発明に従ったアンテナ素子 20 h において、金

属基板 1 1 の長辺の長さ W_1 を 0.85λ 、短辺の長さ W_2 を 0.2λ とした。また、メアンダーラインアンテナ 2 1 の横方向の長さ L_1 を 0.15λ とし、縦方向の長さ L_2 を 0.05λ とした。これにより、メアンダーラインアンテナ 2 1 の電気長が 0.25λ となった。また、モノポールアンテナ 2 2 c の電気長を $\lambda/2$ とし、ヘリカルアンテナ 2 2 a の電気長を $\lambda/2$ とした。このようなサンプルに對し、周波数が 1.5GHz から 2.5GHz の電波を給電点 1 2 から入射し、アンテナ素子 2 0 a のインピーダンス特性（スミスチャートおよびVSWR）を調べた。特定の点についてのインピーダンスとVSWRを表 1 に示す。

表 1

点	周波数 (GHz)	アンテナ素子のインピーダンス (Ω)		VSWR
		実数部 (Ω)	虚数部 (Ω)	
101	1.92	40.7	-35.4	2.2
102	1.98	37.2	-22.1	1.8
103	2.11	35.3	22.9	1.9
104	2.17	33.9	35.8	2.5

10 スミスチャートを図 1 1 に示す。VSWRと周波数の関係を図 1 2 に示す。

図 1 1 に示すスミスチャートより、この発明に従ったアンテナ素子では、インピーダンスの軌跡はスミスチャートの中心点付近に集中しており、反射係数が小さいことがわかる。特に、点 1 0 1 ～ 1 0 4 は、中心点付近に位置するため、この領域では反射係数が特に小さくなっていることがわかる。また、図 1 2 より、VSWRが 2 以下の領域は、周波数は 1.95GHz 以上 2.12GHz 以下の領域である。さらに、比帯域幅は 3.4% である。なお、本明細書中「比帯域幅」とは、VSWRが 2 以下の領域についての比帯域幅を示し、比帯域幅は以下の式に従って求められる。

比帯域幅 = (VSWR が 2 となる周波数の最大値 - VSWR が 2 となる周波数の最小値) / 2.0GHz

なお、VSWRを 2 以下領域でアンテナの特性を評価するのは、通常、ある周波数（帯域）で情報通信を行なう場合には、一般に、その帯域でのアンテナのVSWRを 2 以下とすることを目安として設計を行なうためである。

次に、従来品についてのスミスチャートおよび周波数とVSWRとの関係を調べた。図 1 3 は、従来の携帯電話機を示す図である。図 1 3 を参照して、従来の

携帯電話機は、図1で示すこの発明に従った携帯電話機からメアンダーラインアンテナ21を取除いたものである。すなわち、金属基板11上に給電点12が設けられ、この給電点12に直接モノポールアンテナ22cが接続されている。金属基板11、モノポールアンテナ22cおよびヘリカルアンテナ22aの寸法は、5表1で示すデータを採取したアンテナ素子と同様とした。このような携帯電話機1zのアンテナ素子20zに、給電点12から周波数が1.5GHzから2.5GHzまでの電波を入射し、アンテナ素子20zのインピーダンス特性（スミスチャートおよびVSWR）を求めた。特定の点についてのインピーダンスとVSWRを表2に示す。

10 表2

点	周波数 (GHz)	アンテナ素子のインピーダンス (Ω)		VSWR
		実数部 (Ω)	虚数部 (Ω)	
111	1.92	51.0	-136.5	9.2
112	1.98	35.0	-113.2	9.3
113	2.11	29.1	-112.7	11.2
114	2.17	21.7	-109.8	13.8

スミスチャートを図14に示す。VSWRと周波数との関係を図15に示す。

図14より、従来のアンテナ素子では、ほぼすべての領域において、インピーダンスの軌跡がスミスチャートの中心点から離れており、反射係数が大きくなっていることがわかる。特に、周波数が高い領域において、反射係数が大きい。また、図15より、VSWRが2以下の領域は存在しない。

これにより、従来のアンテナ素子では、整合回路を取除くと情報通信として使用できる帯域がなくなることがわかる。

次に、この発明に従ったアンテナ素子と従来のアンテナ素子についての放射特性を比較した。まず、図16は、この発明に従った携帯電話機とX、YおよびZ軸との関係を説明するために示す携帯電話機の平面図である。図16に示すように、この発明に従った携帯電話機1aを用意した。この携帯電話機1aは、本体ケース10を有する。本体ケース10表面には保護窓42が設けられており、この保護窓42奥に液晶パネルが位置する。本体ケース10の中央部には多機能スイッチ46および操作キー45が設けられている。本体ケース10の下部には20フリップ47が設けられている。

本体ケース 10 の先端部から突出するように第 2 のアンテナ部分 22 が設けられている。第 2 のアンテナ部分 22 は、ヘリカルアンテナ 22a、絶縁体 22b およびモノポールアンテナ 22c により構成される。また、本体ケース 10 内部にはアンテナ素子 20a が設けられる。アンテナ素子 20a を構成する第 2 のアンテナ部分 22 が本体ケース 10 から突出して設けられている。第 2 のアンテナ部分 22 は、ヘリカルアンテナ 22a、絶縁体 22b と、モノポールアンテナ 22c により構成される。なお、アンテナ素子 20a は、図 1 で示すアンテナ素子 20a と同様に構成され、本体ケース 10 内には、金属基板 11、給電点 12、メアンドラインアンテナ 21 が設けられている。

第 2 のアンテナ部分 22 が延びる方向が +Z 方向である。また、図 16 の右から左へ向かう方向が +Y 方向である。また、紙面の手前側から奥側へ向かう方向が +X 方向である。

図 17 は、図 16 中の矢印 X V I I で示す方向から見た携帯電話機の側面図である。図 17 を参照して、携帯電話機 1a の本体ケース 10 には、電池 49 が取付けられる。液晶パネルを表示する保護窓 42 は本体ケース 10 の表面に取付けられ、電池 49 は本体ケース 10 の裏面に取付けられる。電池 49 から第 2 のアンテナ部分 22 へ向かう方向が +Z 方向である。保護窓 42 から本体ケース 10 の裏面へ向かう方向が +X 方向である。紙面の手前から奥へ向かう方向が +Y 方向である。

図 18 から図 20 は、X-Z 面での放射パターンを測定する工程を示す図である。まず図 18 を参照して、図 16 および図 17 で示した携帯電話機 1a をテーブル 150 上に載置した。このとき、第 2 のアンテナ部分 22 が延びる方向、すなわち、+Z 方向と、+X 方向とが、矢印 140 で示す鉛直方向とほぼ直交するよう載置した。そのため、+Y 方向は矢印 140 で示す鉛直方向とほぼ平行である。テーブル 150 は矢印 R で示す方向に回転することが可能である。

このようなテーブル 150 に携帯電話機 1a を載置した状態で、無線送受信部から所定の出力によりアンテナ素子 20a を介して周波数が 1.95 GHz の電波を放射した。また、このとき、テーブル 150 を矢印 R で示す方向に回転させた。これにより、アンテナ素子 20a からは矢印 151 で示すような電波が放射

された。この電波の電界強度を測定用アンテナ160で測定し、この電波について矢印Vで示す方向の垂直偏波と矢印Hで示す方向の水平偏波との電界強度を求めた。

図19を参照して、テーブル150上にダイポールアンテナ170を載置した。

5 このダイポールアンテナ170では、中央部に給電点171が設けられており、給電点171は同軸ケーブル172に接続されている。同軸ケーブル172は所定の無線送受信部に接続されている。ダイポールアンテナ170は矢印140で示す鉛直方向とほぼ平行に延びる。テーブル150を矢印Rで示す方向に回転させながら、図18で示すアンテナ素子20aに無線送受信部が与えた出力と同様の出力をダイポールアンテナ170に与えて、ダイポールアンテナ170から矢印152で示す周波数が1.95GHzの電波を放射した。これにより、ダイポールアンテナ170からは矢印152で示す電波が放射された。この電波は矢印Vで示す方向の垂直偏波である。この電波の電界強度を測定用アンテナ160で測定した。

10 15 図20を参照して、テーブル150上にダイポールアンテナ170を載置した。ダイポールアンテナ170は、矢印140で示す鉛直方向とほぼ直交して延びるよう配置した。ダイポールアンテナ170の中心に給電点171が設けられ、給電点171は同軸ケーブル172と接続されている。テーブル150を矢印Rで示す方向に回転させながら、図18で示すアンテナ素子20aに無線送受信部が与えた出力と同様の出力をダイポールアンテナ170に与えて、ダイポールアンテナ170から矢印153で示す周波数が1.95GHzの電波を放射した。この電波は、矢印Hで示す方向の水平偏波である。この電波の電界強度を測定用アンテナ160で求めた。

20 25 図18～図20で示す工程で得られたデータをもとに、この発明に従ったアンテナ素子放射パターンを求めた。その結果を図21に示す。

図21中、実線301は、図19で示す工程においてダイポールアンテナ170から放射された垂直偏波の電界強度に対する、図18で示したアンテナ素子20aから放射された電波の垂直偏波成分の利得を示す。この利得は以下の式に従って算出した。

(利得) = $20 \times 10 g_{10}$ (アンテナ素子 20a からの垂直偏波の電界強度 / ダイポールアンテナ 170 からの垂直偏波の電界強度)

点線 302 は、図 20 で示す工程においてダイポールアンテナ 170 から放射された水平偏波の電界強度に対する、図 18 で示したアンテナ素子 20a から放射された電波の水平偏波の利得である。この利得は以下の式に従って算出した。

(利得) = $20 \times 10 g_{10}$ (アンテナ素子 20a からの水平偏波の電界強度 / ダイポールアンテナ 170 からの水平偏波の電界強度)

図 21 より、この発明の従ったアンテナ素子 20a では、垂直偏波の利得が水平偏波の利得よりも大きくなっていることがわかる。なお、図 21 ~ 24 中の 1 目盛りは 10 dB を示す。また、図 21 中の横軸である X 軸上の点は、図 16 および図 17 で示す X 軸が測定用アンテナ 160 の方を向いた状態での利得の点であり、縦軸である Z 軸上の点は、図 16 および図 17 で示す Z 軸が測定用アンテナ 160 を向いた状態での利得を示す点である。

また、垂直偏波および水平偏波の利得 (X P R (cross polarization ratio) = 6 dB) を平均化して平均化利得を求めたところ、平均化利得は -4.56 dB であった。また、利得のピークの値は -0.86 dB であった。

次に、図 18 で示す工程において、Z 軸 (第 2 のアンテナ部分 22 が伸びる方向) と、矢印 140 で示す鉛直方向とがほぼ 60° をなすように携帯電話機 1a をテーブル 150 上に載置した。この状態で、図 18 で示すテーブル 150 を矢印 R で回転させるとともに、無線送受信部からアンテナ素子 20a に所定の出力を与えて電波を放射した。なお、人が携帯電話機で通信する際、すなわち、携帯電話機のボタンを押す際には、通常、アンテナが伸びる方向と、鉛直方向とはほぼ 60° をなすとされる。この状態で、テーブル 150 を矢印 R で示す方向に回転させるとともに、図 18 で示した工程と同様の出力を無線送受信部からアンテナ素子 20a に与えて周波数が 1.95 GHz の電波を放射させた。この電波の垂直偏波成分と水平偏波成分との電界強度を測定用アンテナ 160 で測定した。

Z 軸を鉛直方向に対して 60° 傾けて配置した状態での放射パターンを図 22 で示す。図 22 中、実線 311 は、図 19 で示す工程において測定した垂直偏波の電界強度に対する、Z 軸を鉛直方向に対して 60° 傾けたアンテナ素子 20a

から放射された電波の垂直偏波成分の強度の利得を示す。この利得は以下の式に従って算出した。

(利得) = $20 \times 10 g_{10} (60^\circ \text{ 傾いたアンテナ素子 } 20a \text{ からの垂直偏波の電界強度} / \text{ダイポールアンテナ } 170 \text{ からの垂直偏波の電界強度})$

5 点線 312 は、図 20 で示す工程において測定された水平偏波の強度に対する Z 軸を鉛直方向に対して 60° 傾けたアンテナ素子 20a から放射される電波の水平偏波成分の電界強度の利得を示す。この利得は以下の式に従って算出した。

(利得) = $20 \times 10 g_{10} (60^\circ \text{ 傾いたアンテナ素子 } 20a \text{ からの水平偏波の電界強度} / \text{ダイポールアンテナ } 170 \text{ からの水平偏波の電界強度})$

10 図 22 より、アンテナ素子の Z 軸を鉛直方向に対して 60° 傾けた状態、すなわち、通常の携帯電話機の通話状態における垂直偏波および水平偏波の利得はともに大きくなっていることがわかる。なお、図 22 より、垂直偏波成分および水平偏波成分の平均化利得 (XPR = 6 dB) を求めたところ、平均化利得は -4.27 dBd となり、良好な値となった。利得のピークの値は -2.82 dBd であった。

15 これより、本発明品では、あらゆる状態で携帯電話機を保持しても、通話利得が高くなっていることがわかる。

次に、図 13 で示す従来のアンテナ素子 20z を有する携帯電話機 1z を用いて、図 18 で示す工程と同様の工程に従い Z 軸および X 軸を水平方向に向け、Y 軸を鉛直方向と平行としてテーブル 150 上に載置した。この状態でテーブルを矢印 R で示す方向に回転させながらアンテナ素子 20z を介して周波数が 1.95 GHz の電波を放射させた。このとき、アンテナ素子 20a に無線送受信部が与えた出力と同様の出力をアンテナ素子 20z に与えた。この放射された電波の垂直偏波成分および水平偏波成分を測定用アンテナ 160 で測定した。このような従来のアンテナについての放射パターンを図 23 で示す。図 23 中、実線 321 は、図 19 で示す工程で測定した垂直偏波の電界強度に対する、図 18 で示す工程に従いアンテナ素子 20z から放射した電波の垂直偏波成分の電界強度の利得を示す。この利得は以下の式に従って算出した。

(利得) = $20 \times 10 g_{10} (\text{アンテナ素子 } 20z \text{ からの垂直偏波の電界強度} / \text{ダイポールアンテナ } 170 \text{ からの垂直偏波の電界強度})$

ダイポールアンテナ 170 からの垂直偏波の電界強度)

点線 322 は、図 20 で示す工程で測定した水平偏波の電界強度に対する、図 18 で示す工程に従いアンテナ素子 20z から放射された電波の水平偏波成分の電界強度の利得である。この利得は以下の式に従って算出した。

5 (利得) = $20 \times \log_{10}$ (アンテナ素子 20z からの水平偏波の電界強度 /
ダイポールアンテナ 170 からの水平偏波の電界強度)

図 23 より、水平偏波成分の利得および垂直偏波成分の利得とともに小さくなっていることがわかる。図 23 より、平均化利得を求めたところ、平均化利得は -4.74 dBd であった。また、利得のピークの値は -1.13 dBd であった。

10 さらに、テーブル 150 上に携帯電話機 1z の Z 軸 (ヘリカルアンテナ 22a およびモノポールアンテナ 22c が延びる方向) と、矢印 140 で示す鉛直方向とがほぼ 60° をなすようにテーブル 150 上に携帯電話機 1z を載置した。この状態で、テーブル 150 を矢印 R で示す方向に回転させながら、所定の出力により、アンテナ素子 20z から周波数が 1.95 GHz の電波を放射した。この電波について測定用アンテナ 160 により垂直偏波成分と水平偏波成分との電界強度を測定した。このように、Z 軸と鉛直方向とが 60° をなすように配置したアンテナ素子についての放射パターンを図 24 で示す。

15 図 24 中実線 331 は、図 19 で示す工程で測定した垂直偏波の電界強度に対する、Z 軸を鉛直方向に対して 60° 傾けたアンテナ素子 20z から放射される電波の電界強度の利得を示す。この利得は以下の式に従って算出した。

20 (利得) = $20 \times \log_{10}$ (60° 傾いたアンテナ素子 20z からの垂直偏波の電界強度 / ダイポールアンテナ 170 からの垂直偏波の電界強度)

25 点線 332 は、図 20 で示す工程において測定した水平偏波の電界強度に対する、Z 軸を鉛直方向に対して 60° 傾けたアンテナ素子 20z から放射される電波の水平偏波成分の電界強度の利得である。この利得は以下の式に従って算出した。

(利得) = $20 \times \log_{10}$ (60° 傾いたアンテナ素子 20z からの水平偏波の電界強度 / ダイポールアンテナ 170 からの水平偏波の電界強度)

図24より、従来品では、垂直偏波および水平偏波の利得が、ともに本発明品に比べて小さくなっていることがわかる。なお、図24より、平均化利得を求めたところ、平均化利得は -5.64 dBd であった。また、利得のピークの値は -3.04 dBd であった。

5 以上の結果より、本発明に従えば、アンテナ素子において整合回路を設けないため、この整合回路での損失を低下させるだけでなく、水平偏波および垂直偏波の両成分の送受信に関し、高い通話時の利得の向上を図ることが可能となる。

産業上の利用可能性

10 この発明に従ったアンテナ素子は、携帯電話機、通信機能を有するパソコン等の携帯情報端末、一般無線機、特殊無線機等の分野で利用することができる。

請求の範囲

1. 一方向に延びるように形成された第1のアンテナ部分（21, 23, 24, 25, 26）と、

5 電気長がほぼ $(\lambda/2) \times A$ (Aは整数) であり、前記第1のアンテナ部分（21, 23, 24, 25, 26）に結合し、前記第1のアンテナ部分（21, 23, 24, 25, 26）の延びる方向とほぼ直交するように延びる第2のアンテナ部分（22）とを備えた、アンテナ素子。

10 2. 前記第1のアンテナ部分（21, 23, 24, 25, 26）は、電気長がほぼ $(\lambda/4) + (\lambda/2) \times B$ (Bは整数) である、請求項1に記載のアンテナ素子。

15 3. 前記第1のアンテナ部分（21, 23, 24, 25, 26）は、板状アンテナ（25, 26b）、モノポールアンテナ、ヘリカルアンテナ（23）、メアンダーラインアンテナ（21, 26a）およびジグザグアンテナ（24）からなる群より選ばれた少なくとも1種を含む、請求項1に記載のアンテナ素子。

20 4. 前記第2のアンテナ部分（22）は線状アンテナ（22a, 22c）を含む、請求項1に記載のアンテナ素子。

5. 前記線状アンテナ（22a, 22c）は、モノポールアンテナ（22c）およびヘリカルアンテナ（22a）からなる群より選ばれた少なくとも1種を含む、請求項4に記載のアンテナ素子。

25 6. 表面が導電性を有する基板（11）をさらに備え、

前記基板（11）の表面上に誘電体（31）を介在させて第1のアンテナ部分（21, 23, 24, 25, 26）が設けられており、

前記基板（11）から延在するように前記第2のアンテナ部分（22）が設けられている、請求項1に記載のアンテナ素子。

25 7. 給電点（12）に順に前記第1のアンテナ部分（21, 23, 24, 25, 26）および前記第2のアンテナ部分（22）が取付けられている、請求項1に記載のアンテナ素子。

8. 本体ケース（10）と、

前記本体ケース（10）の内部に配置され、一方向に延びるように形成された

第1のアンテナ部分（21, 23, 24, 25, 26）と、電気長がほぼ（ $\lambda/2$ ） $\times A$ （Aは整数）であり、前記第1のアンテナ部分（21, 23, 24, 25, 26）に結合し、前記第1のアンテナ部分（21, 23, 24, 25, 26）の延びる方向とほぼ直交するように延び、前記本体ケース（10）から突出可能に配置された第2のアンテナ部分（22）とを含むアンテナ素子（20a～20h）とを備えた、携帯情報端末。

9. 前記第2のアンテナ部分（22）は、電気長がほぼ（ $\lambda/2$ ） $\times C$ （Cは整数）である第3のアンテナ部分（22a）と、前記第3のアンテナ部分（22a）に結合し、電気長がほぼ（ $\lambda/2$ ） $\times D$ （Dは整数）である第4のアンテナ部分（22c）とを含み、

前記アンテナ素子（20a～20h）を前記本体ケース（10）から引出したときは、前記第3および前記第4のアンテナ部分（22a, 22c）が前記本体ケース（10）から突出し、

前記アンテナ素子（20a～20h）を前記本体ケース（10）に収納したときは、前記第3のアンテナ部分（20a）が前記本体ケース（10）から突出し、前記第4のアンテナ部分（20c）が前記本体ケース（10）に収納される、請求項8に記載の携帯情報端末。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 1

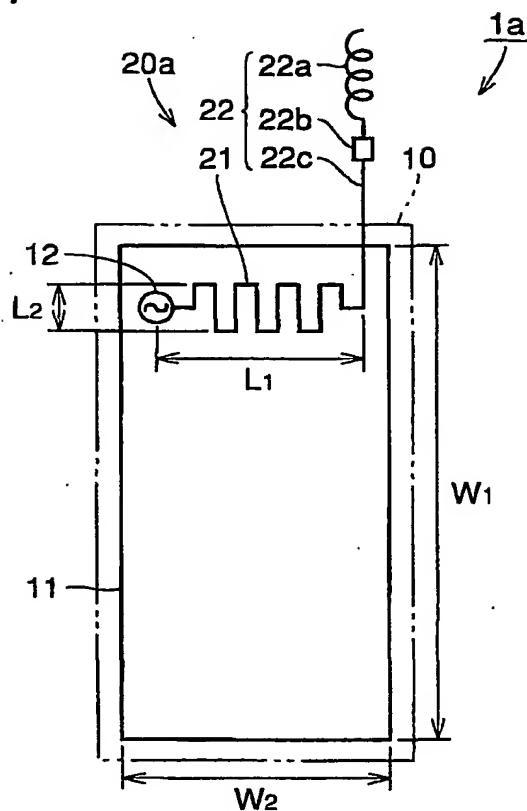
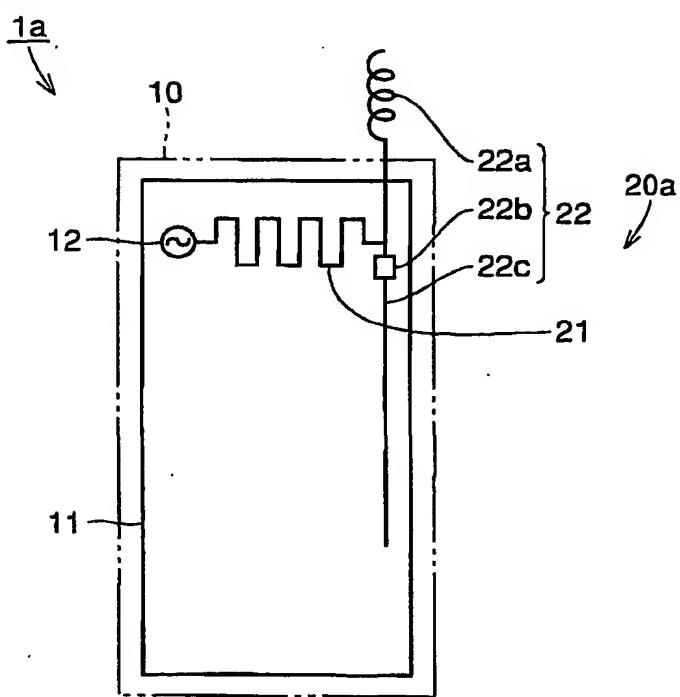


FIG. 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG.3

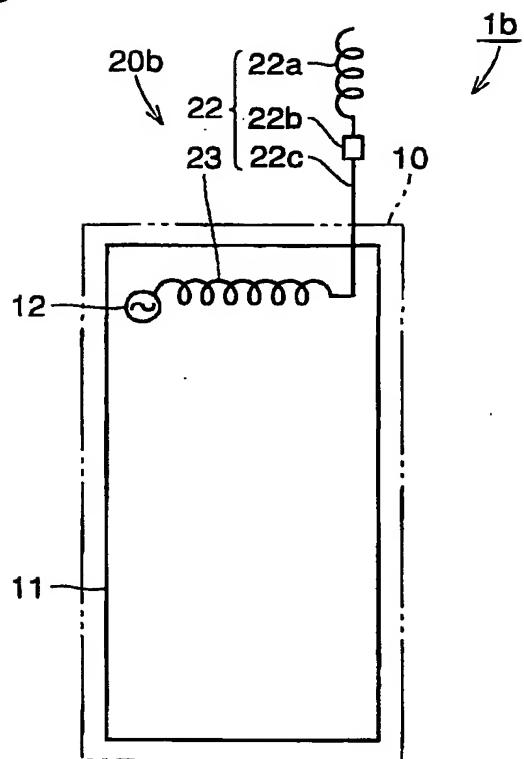
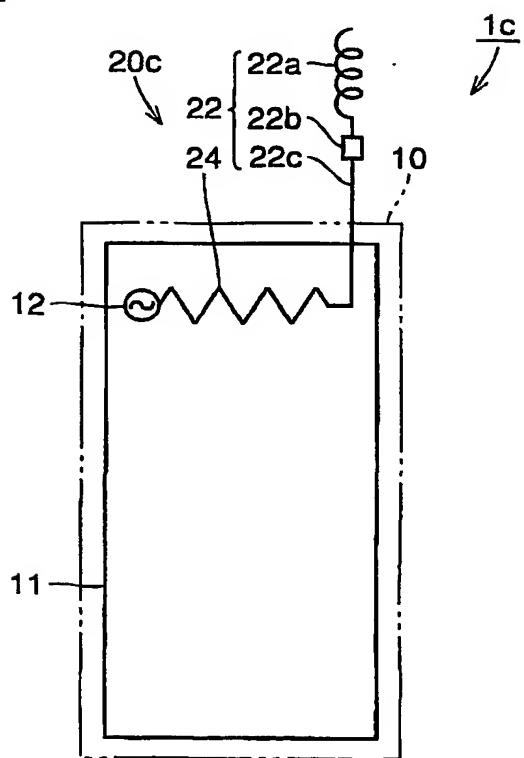


FIG.4



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG.5

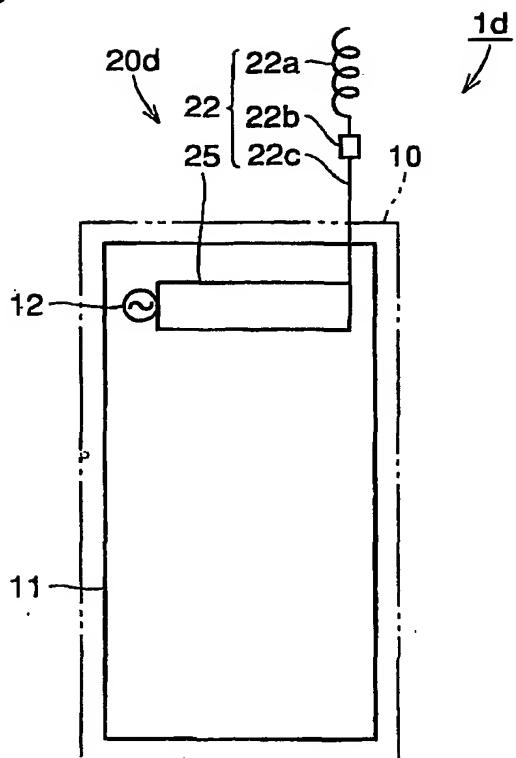
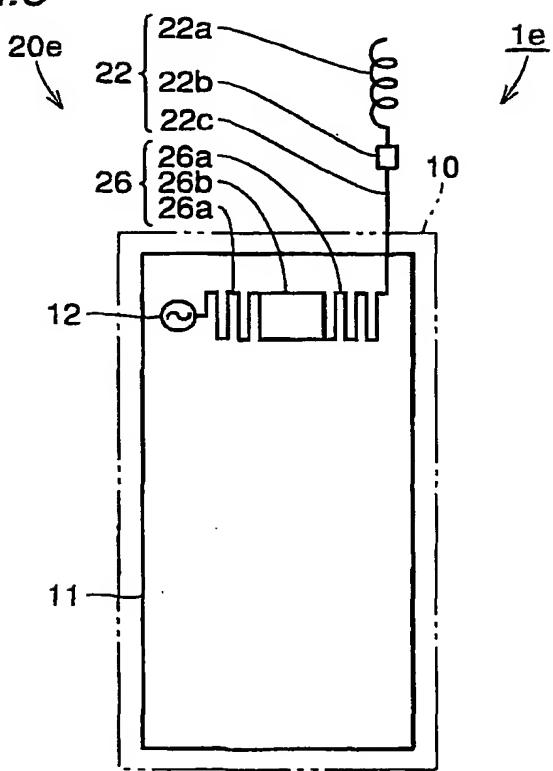


FIG.6



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG.7

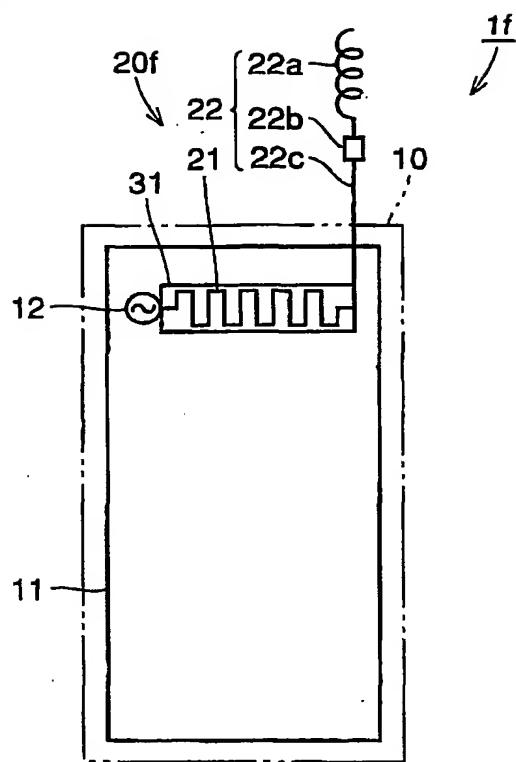
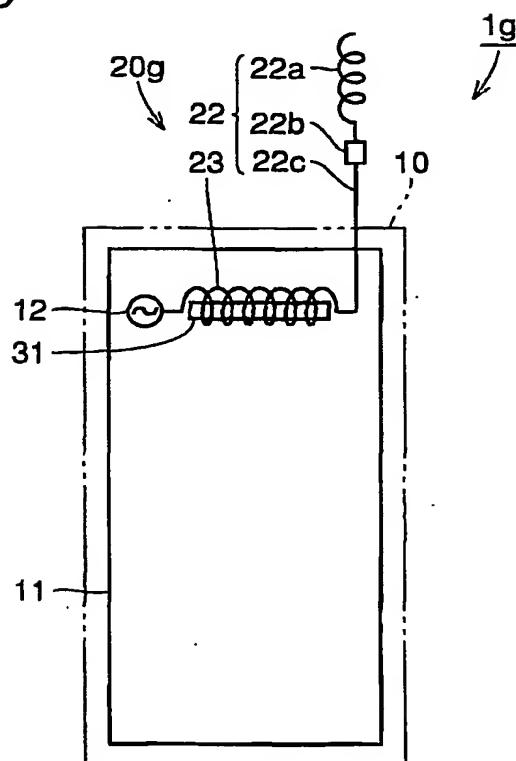


FIG.8



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 9

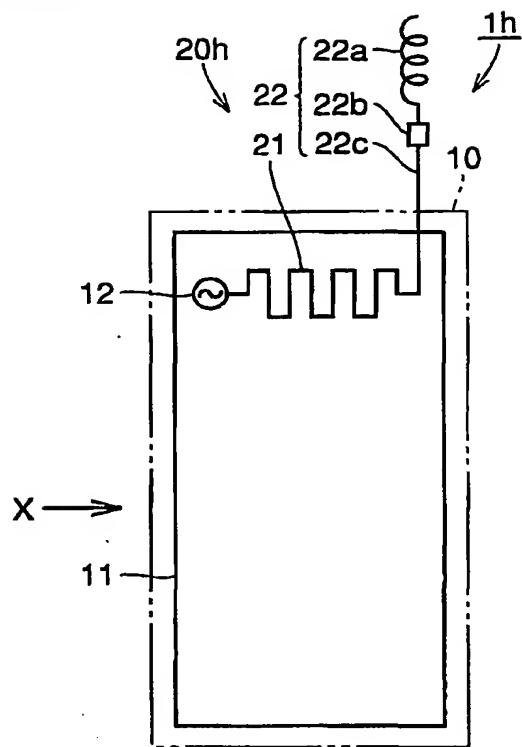
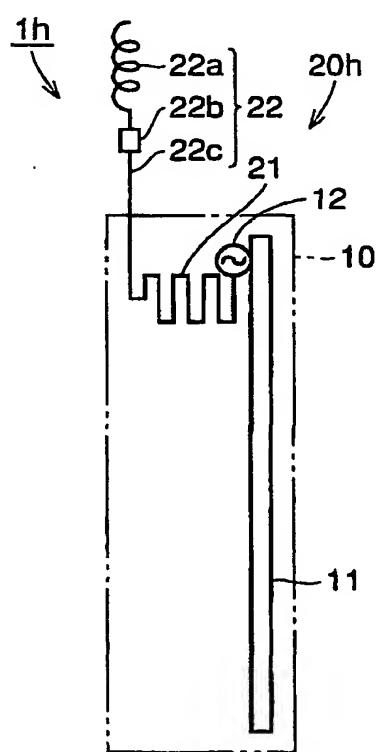
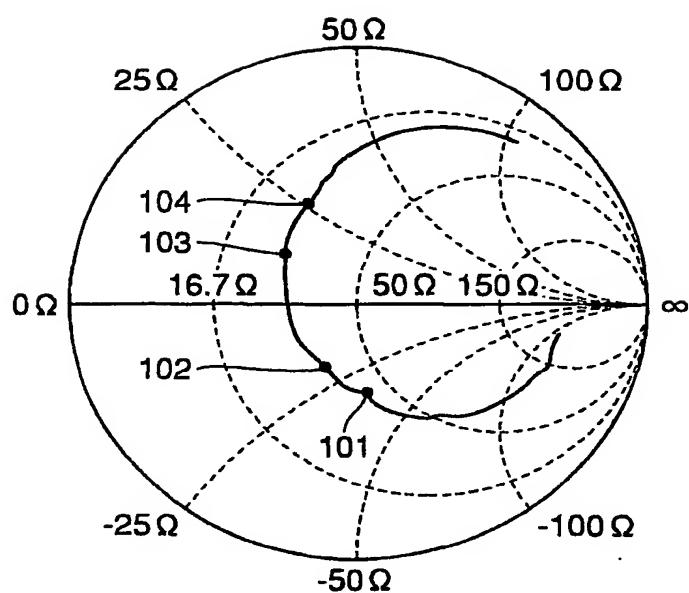


FIG. 10



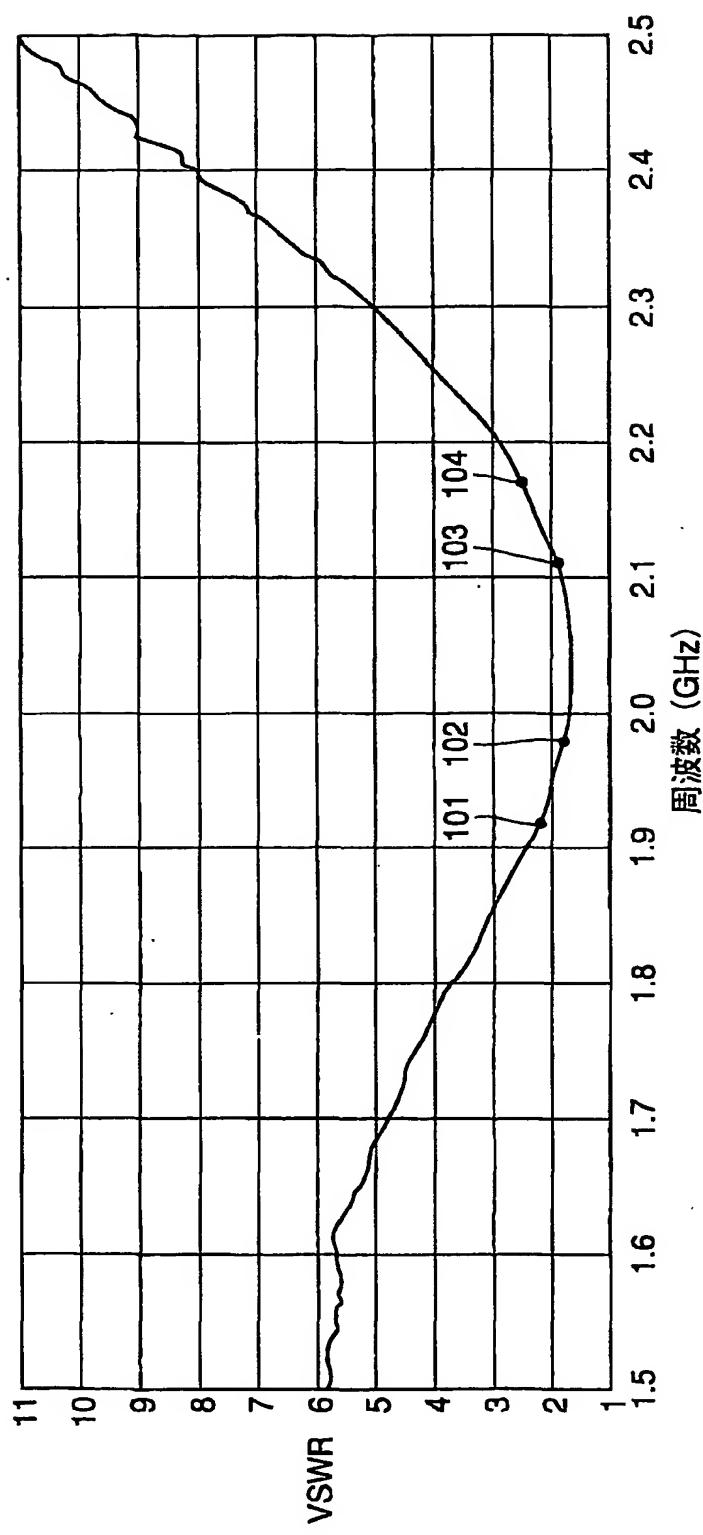
THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG.11



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG.12



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 13

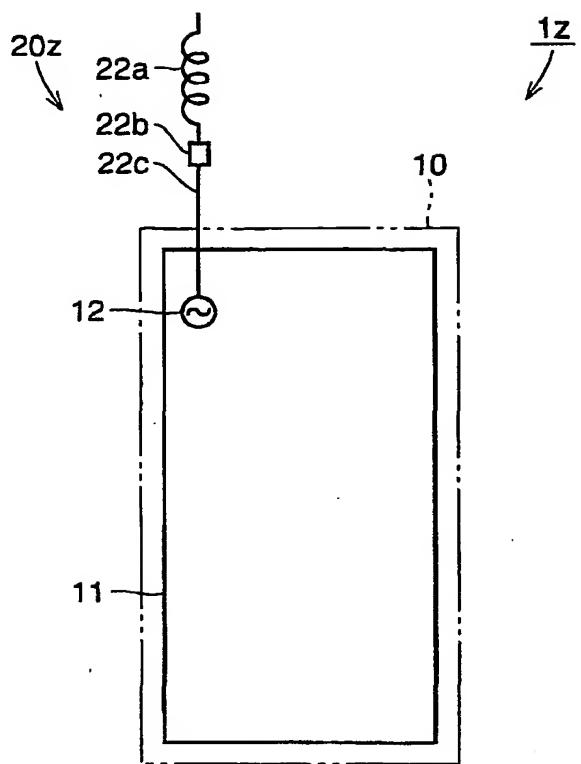
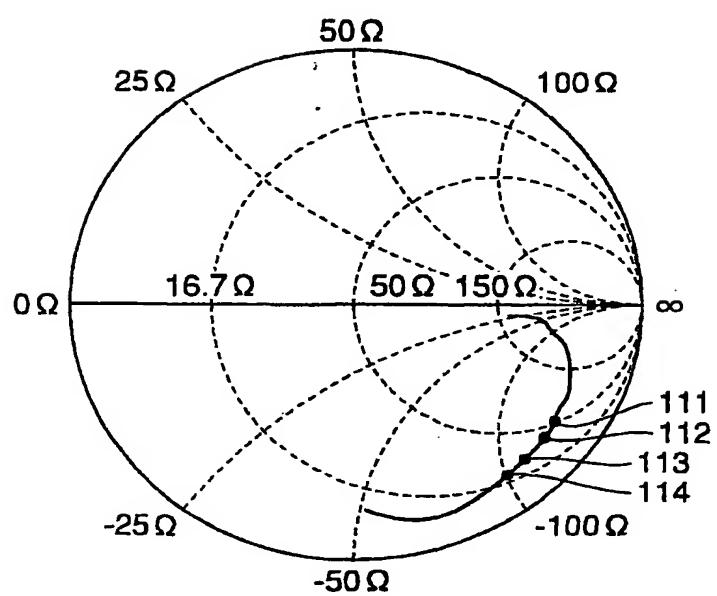
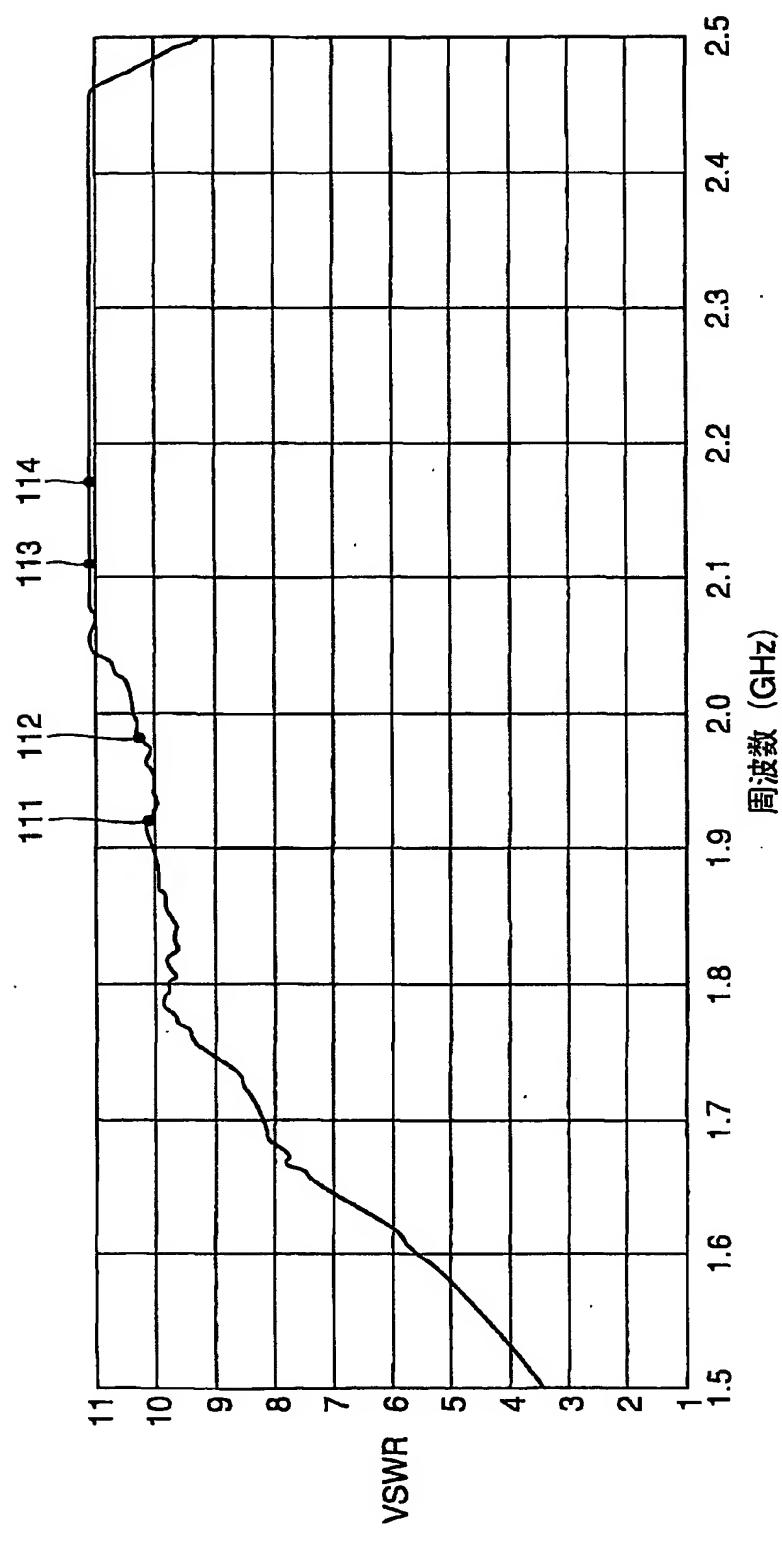


FIG. 14



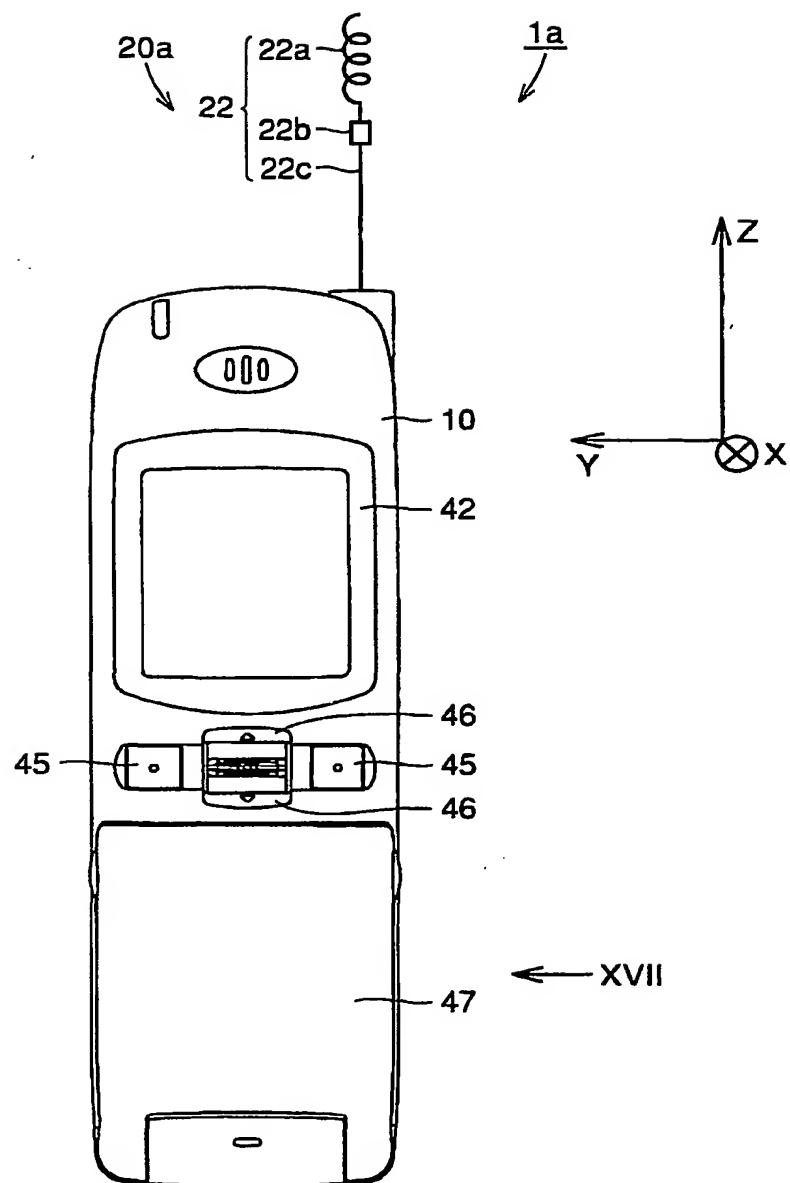
THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 15



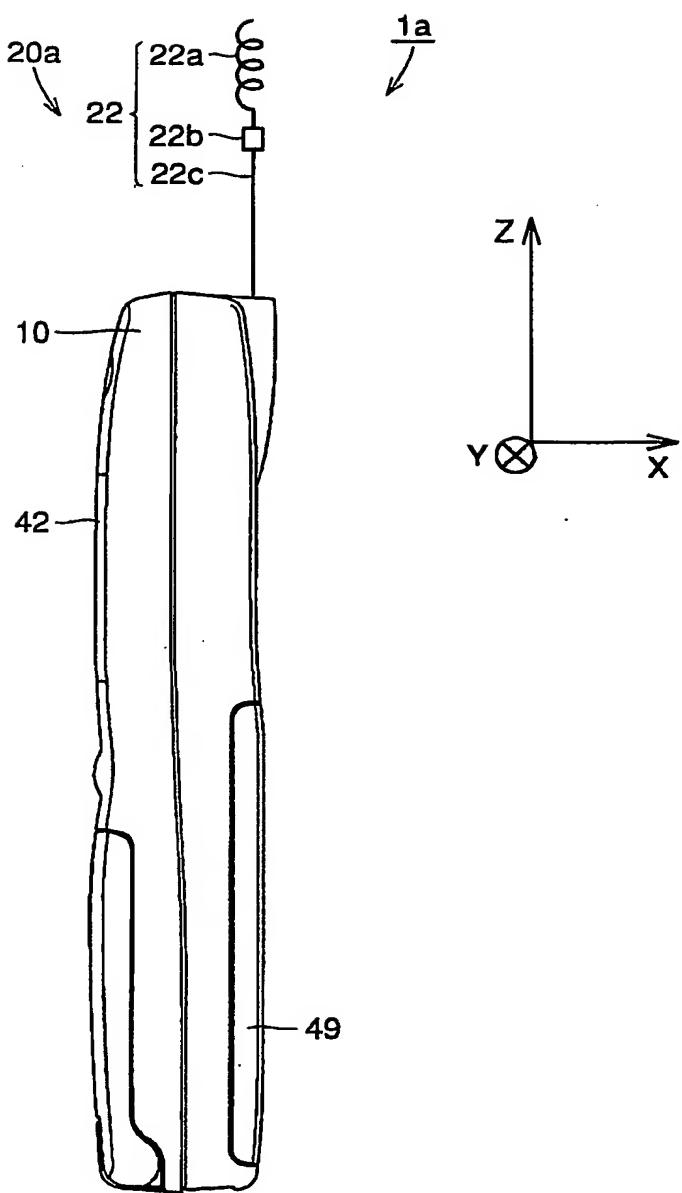
THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 16

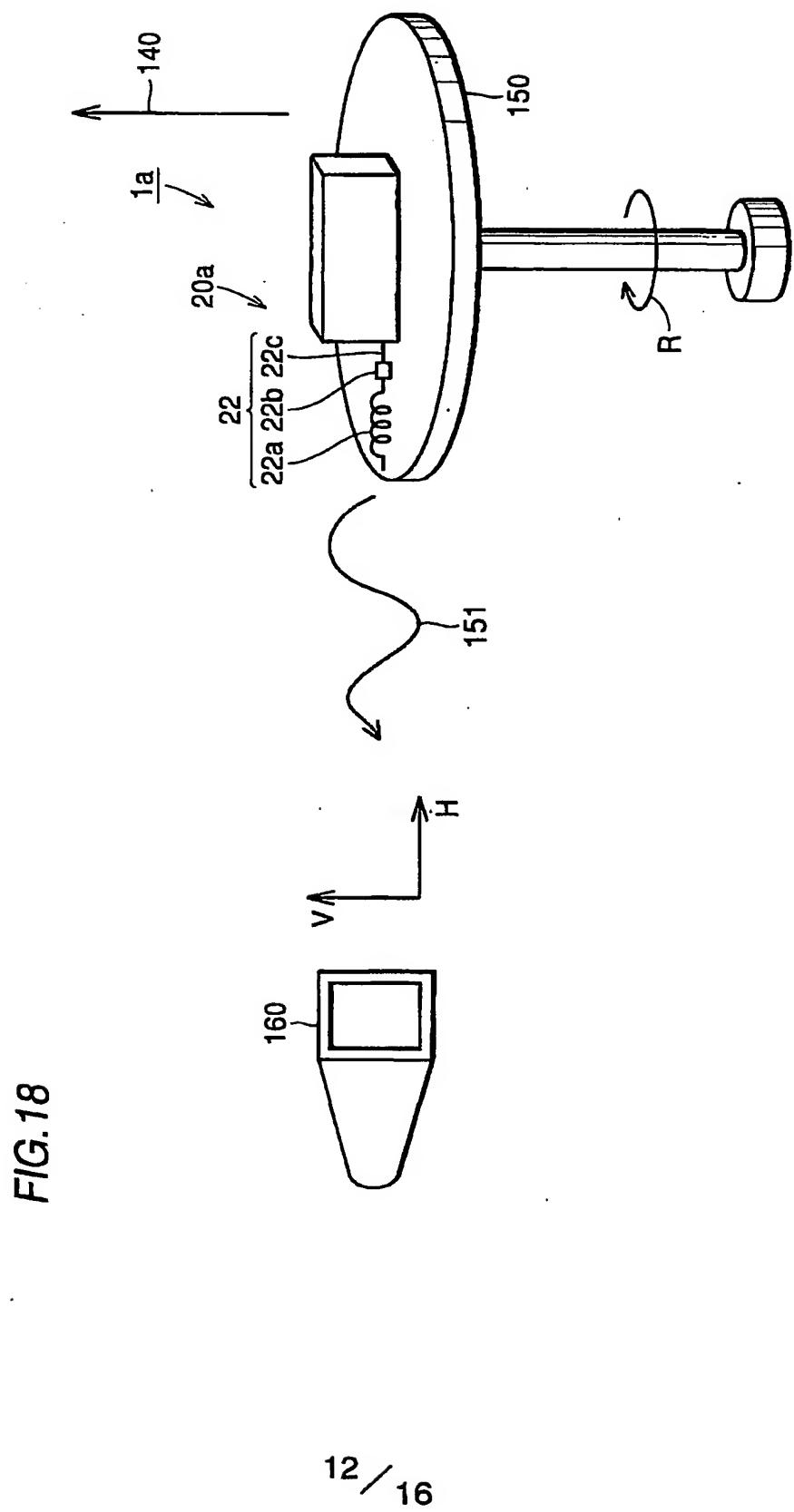


THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 17



THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

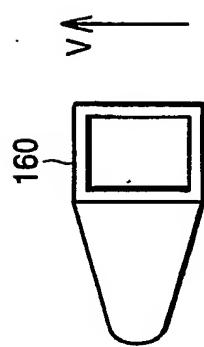
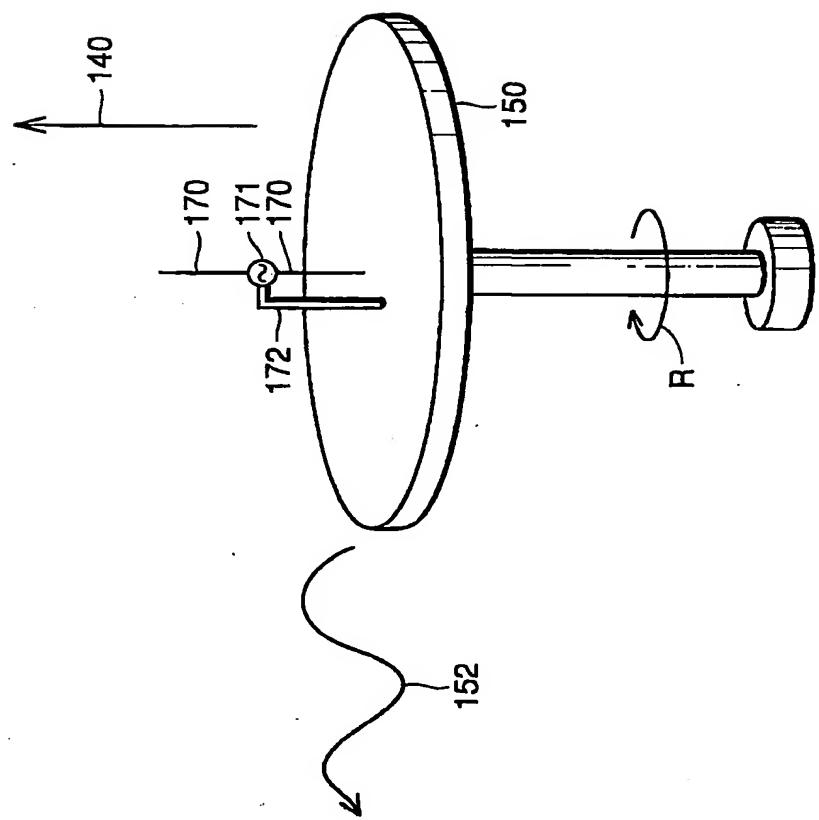
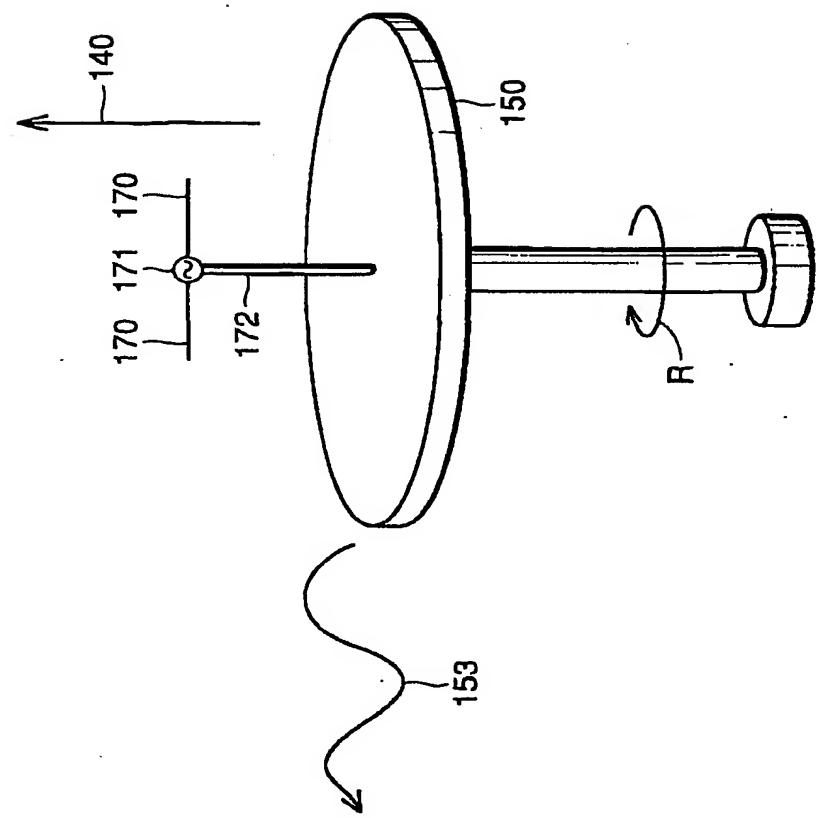


FIG. 19

THIS PAGE BLANK (USPTO)



→ H

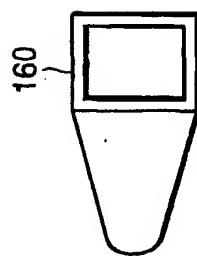


FIG.20

14 / 16

THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG.21

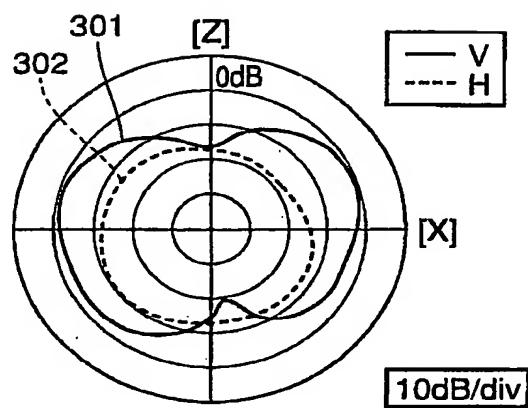
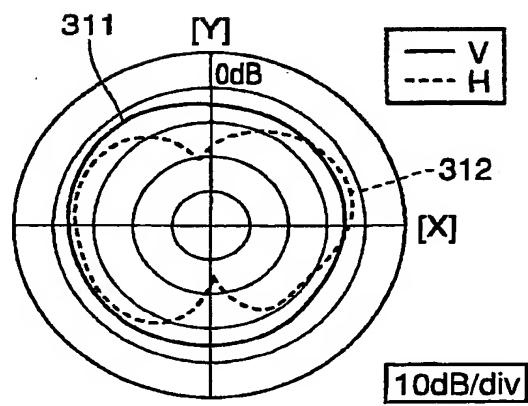


FIG.22



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG.23

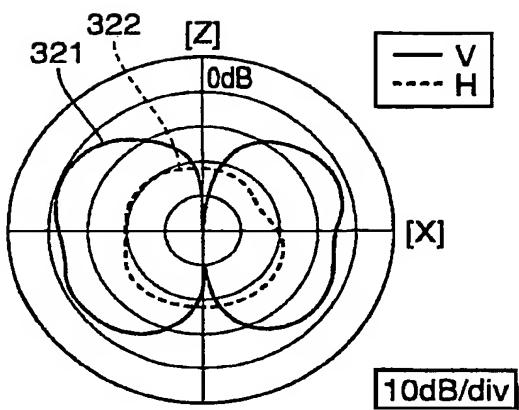
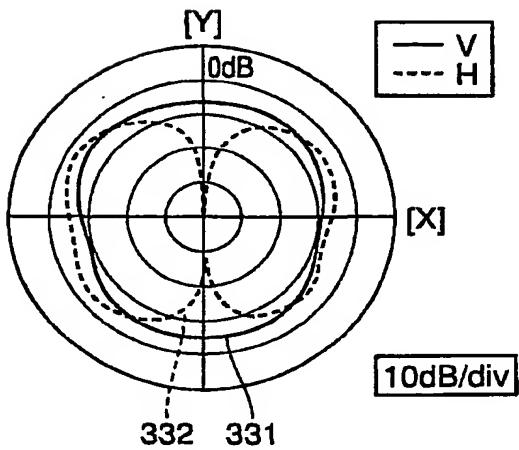


FIG.24



THIS PAGE BLANK (USPTO)